

Suvi Markkanen, Riikka Nortia

# Alaraaja-amputoidun kuntoutuksen kävelyn piirteitä – liikelaboratorio tutkimisympäristönä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

22.4.2015

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Suvi Markkanen, Riikka Nortia Alaraaja-amputoidun kuntoutujan kävelyn piirteitä – liikelaboratorio tutkimisympäristönä 27 sivua + 4 liitettä 22.4.2015
Tutkinto	Fysioterapeutti (AMK)
Koulutusohjelma	Fysioterapian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Fysioterapia
Ohjaajat	Fysioterapian lehtori Sirpa Ahola Fysioterapian yliopettaja Anu Valtonen
<p>Suomessa merkittävä osa alaraaja-amputaatioista tehdään diabeetikoille. Diabeetikon riski alaraaja-amputaatioon on moninkertainen diabetesta sairastamattomiin verrattuna. Amputaatoriskiä kasvattavat diabeteksen liitännäissairaudet ja kuntoutujan korkea ikä.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia diabeteksen tai verenkiertohäiriöiden vuoksi alaraaja-amputoitujen kuntoutujien proteesikävelyä kävelynopeuden, porraskävelynopeuden ja symmetrian näkökulmasta. Kävelyn symmetriaa tutkittiin mittaamalla askelleveyttä, askelpituutta, yhden jalan tukivaiheen sekä heilahdusvaiheen kestoa. Lisäksi tarkoituksena oli pohdita ja arvioida, miten Metropolia Ammattikorkeakoulun liikelaboratoriota voitaisiin hyödyntää alaraaja-amputoidun kuntoutujan arvioinnissa. Opinnäytetyö toteutettiin poikkileikkaustutkimuksena, johon osallistui viisi alaraajaproteesia käyttävää kuntoutujaa. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi vuosina 2014-2015 toteutettava valtakunnallinen Vaikuttavat tavat (VATA) -hanke, jonka tavoitteena on kehittää näyttöön perustuvia käytäntöjä sosiaali- ja terveysalalla.</p> <p>Tutkittavien kävelynopeus tavanomaisella nopeudella oli 1,0 m/s ja maksimaalisella nopeudella 1,3 m/s. Yhden jalan tukivaiheen kesto oli keskiarvoisesti 15 % lyhyempi proteesialaraajalla kontralateraaliseen alaraajaan verrattuna. Heilahdusvaiheen kesto oli 23 % pidempi proteesialaraajalla.</p> <p>Tuloksista nousi esille kuntoutujien väliset yksilölliset erot. Tutkittavien kävely oli hitaampaa, jos kävelynopeutta verrataan terveiden tutkittajien normaaliarvoihin. Kävelyn vaiheissa oli havaittavissa asymmetriaa proteesialaraajan ja kontralateralisen alaraajan välillä.</p> <p>Kävelyn symmetrian tutkimisella voidaan suunnitella ja ohjata alaraaja-amputoidun kuntoutujan kuntoutusprosessia perusteltuun suuntaan. Myös kävelynopeus- ja porraskävelytestit ovat kuvaavia kävelyn toiminnallisuuden arvioinnissa. Näin ollen liikelaboratoriossa tehtävästä kävelyn tutkimisesta voidaan ajatella olevan hyötyä alaraaja-amputoidun kuntoutujan kuntoutusprosessissa.</p>	
Avainsanat	alaraaja-amputaatio, diabetes, kävely, symmetria

Author(s) Title Number of Pages Date	Suvi Markkanen, Riikka Nortia Characteristics of Prosthetic Walking – Use of Motion Laboratory in Assessment 27 pages + 4 appendices Spring 2015
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Specialisation option	Physiotherapy
Instructors	Sirpa Ahola, Senior Lecturer of Physiotherapy Anu Valtonen, Principal Lecturer of Physiotherapy
<p>In Finland, a significant number of lower limb amputations are carried out on diabetics. Compared to non-diabetics, people with diabetes have a multiple risk for lower limb amputations. The risk for an amputation increases with age and in case the patient has other associated illnesses.</p> <p>The purpose of this Bachelor's Thesis is to study the characteristics of prosthetic walking of patients with a lower limb amputation due to diabetes or vascular diseases. The objective is also to assess the usefulness and usability of Metropolia University of Applied Sciences Motion Laboratory in the rehabilitation of lower limb amputees. The characteristics were measured and evaluated from the perspective of symmetry, speed and functionality. Five lower limb amputees were included in the study. This Bachelor's Thesis was assigned by a national project implemented in 2014-2015 the aim of which is to develop evidence based practices in the field of social and health care.</p> <p>The symmetry of prosthetic walking was analysed by measuring step width, step length, single support phase and swing phase. On average, the single support phase was 15 % shorter on the prosthetic side compared to the contralateral side. The swing phase was 23 % longer on the prosthetic side. Walking speed was 1.0 m/s on a normal velocity and 1.3 m/s on maximal velocity.</p> <p>As a conclusion, it can be said that a lower limb amputee's walking is asymmetric and slower than with healthy subjects. However, there are differences between individuals with a lower limb prosthesis. The walking ability and characteristics of walking of a lower limb amputee are effected by their physical ability to function, health, level of amputation and the qualities of their prosthesis.</p> <p>The testing of symmetry, speed and functionality of prosthetic walking is valuable and relevant and can be used to set correct guidelines for physiotherapy of a lower limb amputee.</p>	
Keywords	lower limb amputation, diabetes, walking, symmetry

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tavoitteet, tarkoitus ja tutkimuskysymys	2
3	Alaraajaproteesi ja kävelykyky	2
3.1	Alaraaja-amputaatiot ja diabetes	2
3.2	Toimintakyky amputaation jälkeen	4
3.3	Proteesikävelyn piirteet	7
4	Tutkimusmenetelmät	11
4.1	Tutkimusasetelma ja tutkittavien rekrytointi	11
4.2	Tutkimusprotokolla	11
4.2.1	Kävelynopeus	12
4.2.2	Porraskävely	12
4.2.3	Kävelyn symmetria	13
4.3	Tulosten analysointi	13
4.4	Tutkimuksen eettisyys	14
5	Tulokset	14
5.1	Tutkittavien esittely	14
5.2	Kävelynopeus	15
5.3	Porraskävely	16
5.4	Kävelyn symmetria	17
6	Pohdinta	18
	Lähteet	24
	Liitteet	
	Liite 1. Esitietolomake	
	Liite 2. Tuloslomake	
	Liite 3. Tiedote tutkittaville	
	Liite 4. Tutkimuslupalomake	

## 1 Johdanto

Diabetesta sairastaa noin 500 000 suomalaista ja uusia diabetes-diagnooseja tehdään vuosittain noin 30 000 henkilölle (Koski 2010: 6-7). Suomessa merkittävä osa alaraaja-amputaatioista tehdään diabeetikoille ja iän myötä diabeetikon riski alaraaja-amputaatioon kasvaa (Diabeetikon jalkaongelmat 2009). Liitännäissairaudet, kuten alaraajojen verenkiertohäiriöt ja muut verisuonisairaudet, lisäävät amputaation riskiä (Koski – Sund 2009: 7). Alaraajaproteesia käyttävien kuntoutujien kävely on hyvin yksilöllistä. Kävelykykyyn ja kävelyn piirteisiin vaikuttavat kuntoutujan sydän- ja verenkiertoelimistön ja lihaksiston kunto (Faber – de Haan – Houdjik – Wezenberg – van der Woude 2013), lääketieteellinen terveydentila (Fleury – Peel – Salih 2012: 268) sekä proteesin ominaisuudet (Bowker – Michael – Smith 2004: 367). Amputaatiotasolla on suuri merkitys kävelykykyyn ja proteesin hallittavuuteen sen ominaisuuksien myötä. Mitä korkeammalta amputaatio on tehty, sitä vaativampaa proteesilla kävely on. (Bowker ym. 2004: 367; May 2002: 163.)

Tämä työ on osa valtakunnallista Vaikuttavat tavat (VATA) -hanketta, joka toteutetaan vuosina 2014-2015. VATA-hankkeessa kehitetään näyttöön perustuvia ja asiakaslähtöisiä hyviä käytäntöjä sosiaali- ja terveysalalla ja luodaan pysyviä paikallisia verkostoja ammattikorkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja työelämän yhteistyönä. Tässä hankkeessa Metropolia Ammattikorkeakoulun tarkoituksena on kehittää näyttöön perustuvia yksilöllisten apuvälineiden luovutusperusteita erityisesti alaraaja-amputaation jälkeisessä kuntoutuksessa. Paikallisen hyvän käytännön tarkoituksena on kehittää luovutusperusteita koulutuksen ja työelämäverkoston yhteisenä toimintana hyödyntäen International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) -viitekehystä.

Tässä työssä tutkittiin alaraaja-amputoidun kuntoutujan kävelyn piirteitä aikaisemmin tutkitun tiedon ja toteuttamiemme mittauksen pohjalta. Mittauksina tehtiin 10 metrin kävelynopeuden ja porraskävelynopeuden testit sekä kävelyn symmetrian analyysi kävelynanalyysilaitteistolla.

## **2 Opinnäytetyön tavoitteet, tarkoitus ja tutkimuskysymys**

Työn tarkoituksena oli tutkia alaraaja-amputoitujen proteesikävelyä kävelynopeuden, porraskävelynopeuden ja kävelyn symmetrian näkökulmasta.

Tutkimuskysymys oli: Millaista on diabetesta tai verenkiertohäiriötä sairastavan alaraaja-amputoidun kuntoutujan kävely? Tavoitteena oli pohtia ja arvioida, miten Metropolia Ammattikorkeakoulun liikelaboratoriota tutkimisympäristönä voitaisiin hyödyntää alaraaja-amputoidun kuntoutujan arvioinnissa.

## **3 Alaraajaproteesi ja kävelykyky**

### **3.1 Alaraaja-amputaatiot ja diabetes**

Puolet Suomessa tehtävistä nilkan yläpuolisista alaraaja-amputaatioista tehdään diabeetikoille. Diabeetikoilla on 15-86 kertainen riski alaraaja-amputaatioon diabetesta sairastamattomiin verrattuna. 90 %:lla diabeetikoista, joille on tehty sääri- tai reisiamputaatio, oli alaraajan tukkiva ääreisvaltimotauti ja 85 %:lla edeltävä jalkahaava. Vuosittain 0,4-1,0 %:lle diabeetikoista tehdään alaraaja-amputaatio. 1 tyypin diabetesta sairastavilla on iän, 65 ikävuoden, myötä kasvanut riski alaraaja-amputaatioon. (Diabeetikon jalokaongelmat 2009.) Diabetes on merkittävin syy alaraajojen valtimosairauksiin liittyviin alaraaja-amputaatioihin (Koski – Sund 2009: 7; Bowker ym. 2004: 31). Verenkiertohäiriöiden takia amputoitujen kuntoutujien keski-ikä on selkeästi vanhempi, kuin muiden syiden vuoksi amputoitujen (Bowker ym. 2004: 31).

Vuosien 1997-2007 aikana ison amputaation eli nilkan yläpuolisen amputaation riski on vähentynyt lähes 50 %. Todellinen ison amputaation riskin vähenemä oli kuitenkin 29 %, kun diabeetikoiden amputaatioiden ilmaantuvuudessa huomioitiin diabeetikkojen määrän kasvun vaikutus. (Ikonen – Sund – Venermo – Winel 2010.) Alaraaja-amputaatioita voidaan vähentää diabeteksen hyvällä hoidolla ja vaaratekijöiden aikaisella havainnoinnilla (Koski – Sund 2009: 20).

Diabeteksen tasapainoinen hoito ja alaraajoihin liittyvien sairauksien aikainen havaitseminen ja hoitaminen ehkäisevät diabeetikoiden alaraaja-amputaatioita. Tietoisuuden li-

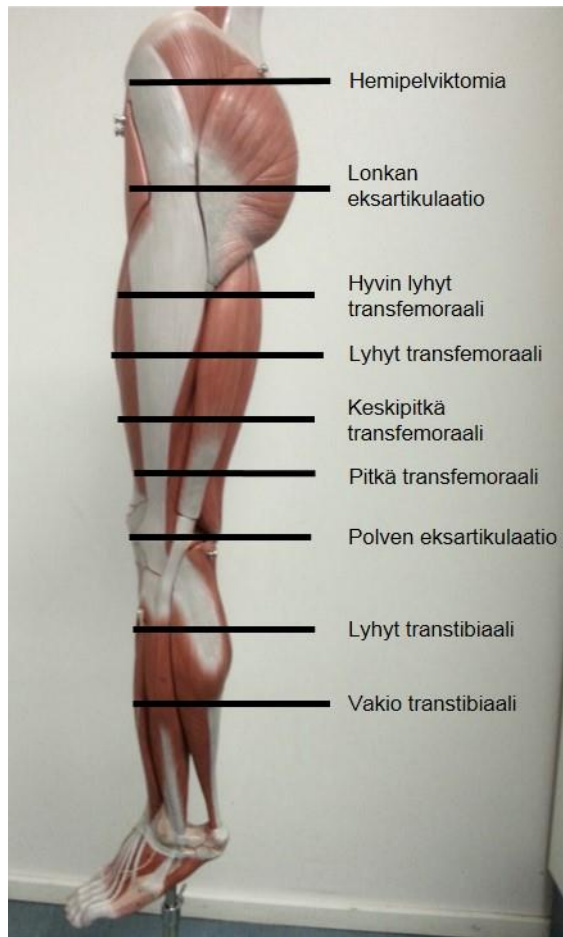
sääminen diabeteksestä ja sen hoidosta, diabeteksen hoidon hallinta ja terveydenhuoltohenkilöstön monialainen yhteistyö alaraajojen hoidossa ovat edellytyksiä diabeetikoiden amputaatioiden ehkäisyssä. (Muslim – Sulaiman – Yusof 2007: 729-732.)

Taulukossa 1 on esitelty yleisimpiä diabeetikon alaraaja-amputaatiolle altistavia tekijöitä. Näitä liitännäissairauksia ovat neuropatia, verisuonisairaudet, nefropatia ja alaraajojen verenkiertohäiriöt. Merkittävin diabeetikon liitännäissairauksille altistava tekijä on huono glukoositasapaino. (Diabeetikon jalkaongelmat 2009; Elinmuutosten ehkäisy n.d.)

Taulukko 1. Diabeetikon alaraaja-amputaatiolle altistavia tekijöitä (Diabeetikon jalkaongelmat 2009; Elinmuutosten ehkäisy n.d.).

Liitännäissairaus	Oireet	Altistavat tekijät
Neuropatia	Alaraajojen tuntohäiriöt, puutuminen, pistely, kivut, ihon kuivuminen, lihasheikkous	Huono glukoositasapaino, runsas alkoholin käyttö
Verisuonisairaudet	Verisuonten kovettuminen, rintakivut, aivoverenkiertohäiriöt	Huono glukoositasapaino, korkea verenpaine, tupakointi, poikkeavat veren rasva-arvot
Nefropatia (munuaisvaurio)	Kohonnut verenpaine, munuaisten vajaatoiminta	Huono glukoositasapaino, tupakointi, korkea verenpaine
Alaraajojen verenkiertohäiriöt	Katkokävely, alaraajojen virheasennot, kovettumat, haavaumat	Hermostomuutokset, verisuonimuutokset, huono glukoositasapaino, tupakointi, vähäinen liikunta

Diabeetikolle tehtävän amputaation tarkoituksena on poistaa raajan-osa, jonka verenkierto on peruuttamattomasti häiriintynyt. Tavoitteena on kuitenkin säilyttää raajaa mahdollisimman paljon kuntoutujan optimaalisen toimintakyvyn takaamiseksi. Polvinivelen alapuolelta tehdyt amputaatiot mahdollistavat kuntoutujan paremman liikuntakyvyn kuin polven yläpuolelta tehdyissä amputaatioissa (kuvio 1). (Diabeetikon jalkaongelmat 2009.)



Kuvio 1. Nilkan yläpuoliset amputaatiotasot.

### 3.2 Toimintakyky amputaation jälkeen

Kuntoutujaan amputaation ja protetisoinnin jälkeistä terveydentilaa ja toimintakykyä sekä niitä määrittäviä tekijöitä voidaan kuvata International Classification of Functioning (ICF) -luokituksen avulla. ICF-luokituksen osa-alueet ovat ruumiin ja kehon toiminnot, suoritukset ja osallistuminen, ympäristö-, yksilötekijät ja lääketieteellinen terveydentila (kuvio 2). (International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) 2015.)

Onnistuneeseen amputaatioon ja proteesin käyttöön vaikuttavat useat tekijät. Fyysisellä kunnolla, liitännäissairauksilla sekä motivaatiolla on merkittävä vaikutus amputaation jälkeiseen elämään. Kuntoutuksella pyritään optimoimaan terveys, toimintakyky, itsenäisyys ja elämänlaatu. (Geertzen – Lettinga – Postema – Stuive – van Twillert 2014.) Polven alapuolelta amputoidut kokevat elämänlaatussa paremmaksi sekä ovat päivittäisissä toiminnoissa itsenäisempiä, kuin polven yläpuolelta amputoidut. Mitä vanhempi amputoitu on, sitä vähemmän itsenäinen ja tyytyväinen elämänlaatuunsa hän on. (Cox



– Weaver – Williams 2011: 537.) Amputoidun maksimaalinen kävelymatka vaikuttaa myös elämänlaadun kokemiseen. Kokemus elämänlaadusta kasvaa sen mukaan, mitä pidempi maksimaalinen kävelymatka on. (Dijkstra ym. 2002.) Fyysinen aktiivisuus parantaa ja edistää kuntoutujan fyysistä toimintakykyä ja kävelyn hallintaa (Crochet ym. 2014), mikä edistää amputoidun itsenäistä selviämistä päivittäisistä toiminnoista. Diabeteksestä johtuva neuropatia voi vaikeuttaa amputaation jälkeistä kuntoutusprosessia (Basu – Fassiadis – McIrvine 2008).

*Ympäristötekijät.* ICF-luokituksessa ympäristötekijöillä tarkoitetaan fyysistä, sosiaalista ja asenneympäristöä, jossa kuntoutuja elää (ICF-luokituksen rakenne 2014). Proteesi kuuluu ympäristötekijät aihealueeseen ja alaraaja-amputaation jälkeisen kuntoutuksen yksi tärkeimmistä tavoitteista on proteesin käytön mahdollistama toiminnallinen liikkumiskyky. Liikkumiskykyä edistää hyvin istuva ja kuntoutujan tarpeisiin sopiva proteesi. Proteesin päivittäinen käyttö edistää kuntoutujan itsenäisyyttä, osallistumista sekä tämän kokemusta elämänlaadustaan. Myös kosmeettiset tekijät voivat edistää kuntoutujan tyytyväisyyttä proteesiin. (Czerniecki - Hakimi - Norvell - Turner - Webster - Williams 2012: 1493-1494.) Yksilöllisesti säädetty proteesi mahdollistaa amputoidun turvallisen seisoma-asennon sekä sujuvan ja luonnollisen kävelyn tasaisella alustalla. Epätasaisella alustalla sekä portaissa käveleminen vaatii proteesilta hyvää istuvuutta ja toiminnallisuutta. Jos amputaatio on tehty vaskulaarisista syistä, proteesin käyttö saattaa heikentyä ajan kuluessa. (Blumentritt – Marx – Schmalz 2006.) Proteesikävelyn harjoittelun tavoitteena ei tarvitse olla täydellisesti symmetrisen kävelyn saavuttaminen, vaan vakaa, turvallinen ja toiminnallinen kävelykyky (Beek – Donker 2002).

Alaraaja-amputoidun porraskävelykyvyn merkitys korostuu erityisesti silloin, kun amputoidun täytyy liikkua portaissa kotonaan, mutta kyky on tärkeä myös liikuttaessa muissa paikoissa, jotka eivät ole esteettömiä. Kävelykykyä testatessa on arvioitava sitä, onko porraskävely turvallista, tarvitseeko amputoitu tukea kaiteesta ja kuinka monta porrasta hän pystyy kävelemään. (Dijkstra – de Laat – Roorda – Rommers 2013.)

*Yksilötekijät.* Ikä on kaikista vahvin ennustava tekijä, mutta ei täydellinen kontraindikatio, kun tarkastellaan kävelyn uudelleen oppimista. Korkea ikä vähentää todennäköisyyttä, että amputoitu saisi proteesin, oppisi käyttämään sitä sujuvasti ja pystyisi itsenäisesti selviytymään päivittäisistä toiminnoista. Todennäköisyys onnistuneeseen proteesinkäyttöön on noin 3 kertaa suurempi amputaatioissa alle 65-vuotiailla kuin 65-vuotiailla

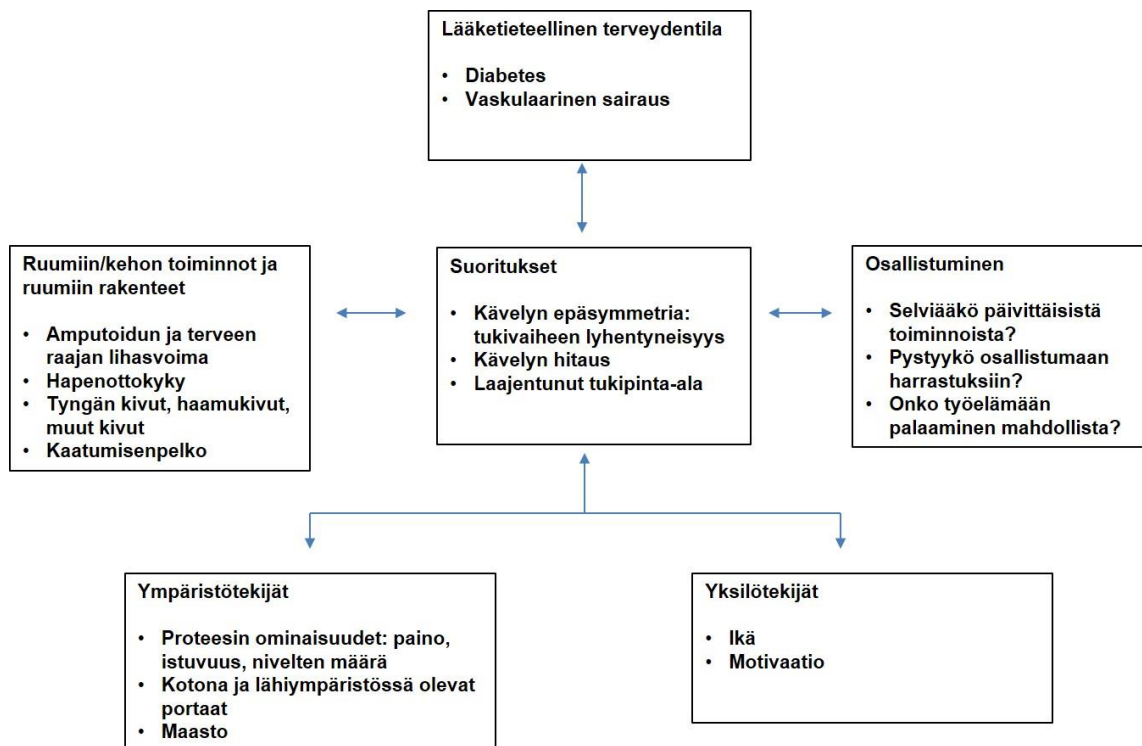
tai vanhemmilla amputoiduilla. Ikä myös lisää todennäköisyyttä korkeammasta amputaatiotasosta. (Fleury ym. 2012: 268.)

*Lääketieteellinen terveydentila.* Verenkiertohäiriöiden vuoksi amputoiduista jopa 75 %:lla on myös sydänsairaus. Iskeemisiä sydänongelmia ei välttämättä esiinny ennen amputaatiota, mutta niitä voi ilmetä proteesikävelyn tarvittavan lisääntyneen energiankulutuksen vuoksi. Hapenottokykyä tutkimalla voidaan määrittää, onko amputoitu soveltuva proteesinkäyttäjäksi. Hapenottokykyä voivat alentaa myös hengityselinsairaudet. (Fleury ym. 2012: 268.) Fyysinen aktiivisuus parantaa amputoitujen sydän- ja verenkiertoelimistön suorituskykyä (Crochet ym. 2014).

*Ruumiin / kehon toiminnot ja ruumiin rakenteet.* Amputoidun raajan tuntoaistimuksissa on merkittäviä muutoksia. Raajan proprioseptiikka voi heikentyä ja toisaalta amputoidulla voi olla haamutuntemuksia menetetystä raajastaan. Proprioseptiikan heikentyminen ja haamutuntemukset voivat vaikeuttaa amputoidun kuntoutujan tasapainon aistimusta ja hallintaa. Suurella osalla kuntoutujista on haamukipuja. (Fleury ym. 2012: 269-270.) Haamukivut myös lyhentävät amputoidun kuntoutujan maksimaalista kävelymatkaa (Dijkstra ym. 2002) sekä vähentävät proteesin käyttöä (Czerniecki 2012). Kuntoutujan kokemat kivut, syystä riippumatta, voivat olla suurin este proteesin käytölle. Toisaalta jo pelkkä pelko kivusta saattaa estää proteesin käytön ja sillä kävelyn. (May 2002: 167.)

*Suoritukset ja osallistuminen.* Amputoidun kuntoutujan osallistumiseen, sosiaalisiin suhteisiin ja harrastuksiin voi vaikuttaa heikentävästi se, että kuntoutuja ei välttämättä pysty ajamaan omaa autoaan tai käyttämään julkisia liikennevälineitä (Bowker ym. 2004: 383). Osallisuutta, itsenäisyyttä päivittäisissä toiminnoissa ja liikkumista voi vähentää kuntoutujan kaatuminen kotona tai kodin ulkopuolella. Kaatumisesta johtuvia fyysisiä vammoja merkittävämpi seuraus voi olla kaatumisen pelko, joka voi johtaa kuntoutujan liikkumattomuuteen ja itsenäisyyden heikkenemiseen. Vähentynyt liikkuminen heikentää amputoidun tasapainoa, lihaskestävyyttä, voimaa, notkeutta ja koordinaatiota, ja näin ollen liikkumattomuudesta voi seurata tasapainon hallinnan vaikeutta ja lisääntyntä kaatumisen pelkoa. Amputoidun kuntoutujan itse kokema tasapainon varmuus korreloi vahvasti liikkumiskyvyn, osallistumisen ja sosiaalisen aktiivisuuden kanssa. Polven yläpuolelta tehty amputaatio lisää kaatumisen riskiä, sillä korkea amputaatiotasoa vaikeuttaa kävelyn hallintaa. Kävelyn hallinta on parempaa kokeneilla proteesikävelijöillä, jotka osavat myös arvioida ja välttää kaatumisen riskiä lisääviä ympäristöjä. (Deathe – Koval – Miller – Speechley 2001; Deathe – Miller – Speechley 2001.)

Yhden tutkimuksen mukaan noin 52 % amputoiduista tutkittavista (n=435) kertoivat kaatuneensa kuluneen vuoden aikana ja noin 49 % tutkittavista koki kaatumisen pelkoa. Kaatumisen pelkoa lisäsi viimeisen vuoden aikana tapahtunut kaatuminen sekä keskittymistä vaativa kävely. Toiminnallisen tasapainon varmuutta mittaavalla ABC-asteikolla (ABC-asteikko: toiminnallisen tasapainon varmuus 2011-2014) mitattuna 65 %:lla tutkittavista tulos oli alle 80/100 %. Tämä merkitsee kohtalaista suorituskyykyä ja tutkittavat voisivat hyötyä tasapainon varmuutta parantavasta harjoittelusta. (Deathe – Koval ym. 2001; Deathe ym. 2001). Kaatuneista tutkittavista 75 % kertoi kaatuneensa kahdesti tai useammin kuluneen vuoden aikana. Kaatumista pelkäävistä tutkittavista noin 76 % kertoi välttelevänsä päivittäisiä aktiviteetteja pelkonsa vuoksi. Kaatuneista tutkittavista 55 % ja ei-kaatuneista 43 % koki kaatumisen pelkoa. (Deathe ym. 2001.)

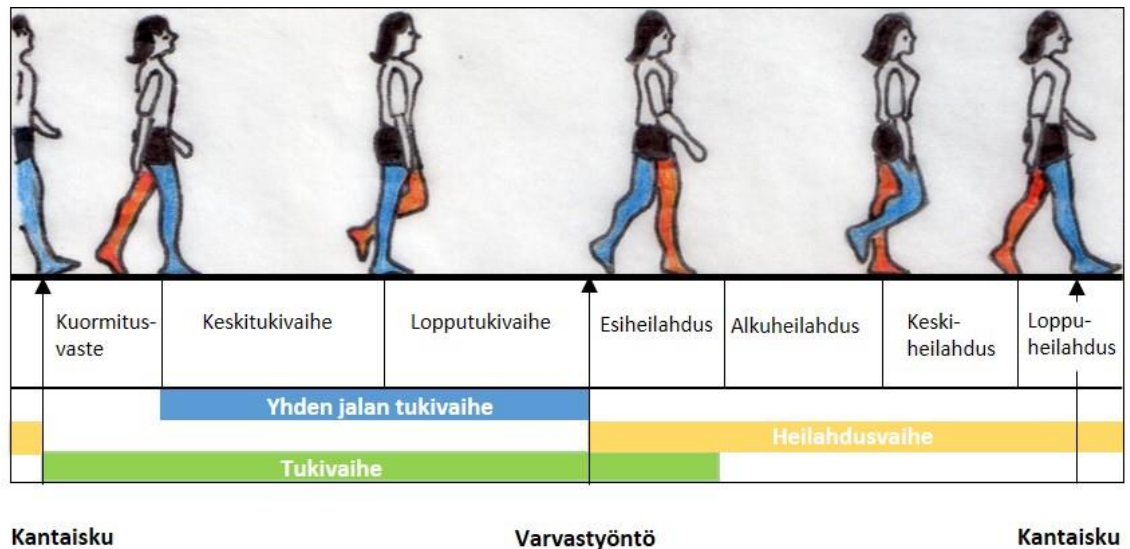


Kuvio 2. Amputaation jälkeiseen toimintakykyyn vaikuttavat tekijät ICF-osa-alueiden mukaisesti.

### 3.3 Proteesikävelyn piirteet

Kävelyä voidaan tarkastella ajallisten ja avaruudellisten muuttujien avulla. Proteesikävelyä tutkittaessa yksi relevantti ajallinen muuttuja on kävelynopeus. Avaruudellisia muuttujia voidaan tutkia kävelyn symmetrisyyden näkökulmasta: miten terveen alaraajan ja proteesiraajan askelpituus, askelleveys ja raajojen kuormitus eroavat toisistaan?

Kävelysykli alkaa ja päättyy saman alaraajan kantaiskuihin (kuvio 3) ja syklin päävaiheet ovat tuki- ja heilahdusvaihe. Tukivaiheeseen kuuluvat kuormitusvaste, keskitukivaihe ja lopputukivaihe, jotka ovat osa yhden jalan tukivaihetta. Tukivaiheen kesto on noin 60 % ja heilahdusvaiheen kesto noin 40 % kävelysyklistä. Heilahdusvaiheeseen kuuluvat alkuheilahdus, keskiheilahdus ja loppuheilahdus. Lähteestä riippuen esiheilahdusvaihe lasketaan kuuluvaksi joko tuki- tai heilahdusvaiheeseen. (Ahonen ym. 2002: 159-160; Neumann 2010: 630-636.)



Kuvio 3. Kävelyn vaiheet

Proteesikävelyn vaikuttavat amputoidun raajan fyysinen toimintakyky sekä proteesin tekniset ominaisuudet (Bowker ym. 2004: 367). Kävely vaatii kuntoutujalta hyvää proteesin ja sen nivelten hallintaa, jotta hän voisi saavuttaa mahdollisimman sujuvan ja energiataloudellisen kävelyn. Proteesi on sitä painavampi, mitä korkeampi amputaatiotaso on ja mitä ylempää amputaatio on tehty, sitä enemmän niveliä proteesissa on. (May 2002: 163.) Kävelyn haasteita tuo myös se, että amputoidun raajan lihasvoima ja kestävyys ovat heikompia kuin terveän raajan (Lusardi – Milagros – Nielsen 2013: 702).

*Kävelynopeus.* Amputoitujen kävelynopeus on hitaampi, kuin terveillä tutkituilla (van Bennekom – Houdijk – Polomski – Slootman – van Velzen – van der Woude 2006) ja kävelynopeus kuvaa amputoiden yleistä toimintakykyä (Crochet – Girlinghouse – Lin – Mitchell – Winston 2014). Proteesikävely vaatii enemmän energiaa kuin kävely kahdella terveellä raajalla (Faber ym. 2013) ja koska kävely on hidasta, se ei ole energiataloudel-

lisesti optimaalista. Jotta optimi saavutettaisiin, tulisi kävelynopeutta lisätä. (Beek – Donker 2002.) Tutkimusten mukaan polven alapuolelta amputoitujen kuntoutujien hapenkuutus voi olla 16-28 % ja polven yläpuolelta amputoitujen jopa 60-110 % normaalia korkeampi (Lusardi ym. 2013: 29-30). Alaraajojen lihasvoiman harjoittaminen voi parantaa kävelynopeutta ja askelpituutta sekä maksimaalista kävelymatkaa. Tasapainolla on suuri merkitys kävelyyn ja kävelykyvyn uudelleen oppimiseen amputoinnin jälkeen. (van Benekom ym. 2006.) Maksimaalinen aerobinen suorituskyky vaikuttaa merkittävästi verenkiertohäiriöiden takia amputoitujen kävelykykyyn ja vaskulaarisista syistä amputoitujen aerobinen suorituskyky on heikompi kuin saman ikäisillä terveillä tutkituilla. (Faber ym. 2013.) Porraskävelykyky näyttää heikentyvän sitä mukaan, mitä vanhempi amputoitu on ja jos amputaation syynä on vaskulaarinen sairaus (Geertzen – de Laat – Roorda – Rommers 2010).

Kävelynopeuden toiminnallisuuden arvioinnissa voidaan käyttää esimerkkinä liikennevaloin säädellyn suojatien ylittämistä. Jos jalankulkija ylittää suojatien 1,2 m/s nopeudella, hän ehtii kadun ylitse ennen ajoliikenteelle syttyvää vihreää valoa, vaikka lähtisikin tien ylitykseen hetkellä, jolloin jalankulkijoiden vihreä valo sammuu. Jos jalankulkija kävelee 0,8 m/s vauhdilla, hän ehtii suojatien yli, jos hän lähtee liikkeelle heti jalankulkijoiden vihreän valon syttyessä. Terveys 2000 -tutkimuksen mukaan 55-64-vuotiaista vain pari prosenttia käveli hitaammin kuin 0,8 m/s. Vanhemmilla ikäryhmillä kävelynopeus hidastuu merkittävästi, sillä 75-84-vuotiaista neljäsosa ja 85 vuotta täyttäneistä kaksi kolmasosaa käveli hitaammin kuin 0,8 m/s. Tutkimuksen mukaan miehet kävelivät nopeammin kuin naiset. (Aromaa – Koskinen 2002.) Groenewold ym. (2009) tutkivat vaskulaaristen ja traumaperäisten syiden vuoksi polven alapuolelta amputoitujen kävelynopeutta samanikäisten terveiden kontrolliryhmään verraten. Amputoitujen tavanomainen kävelynopeus oli 1,35 m/s ja kontrolliryhmän kävelynopeus oli 1,52 m/s ja näiden nopeuksien välillä oli merkittävä ero. (Groenewold – Houdjik – Pollmann – Polomski – Wiggerts 2009.)

Amputoidun maksimaaliseen kävelymatkaan vaikuttavat ikä, amputaation korkeus sekä amputoidun kokemat tynkä- ja haamukivut. Maksimaalinen kävelymatka lyhenee sen mukaan, mitä proksimaalisempi amputaatiotaso on. Kävelymatka lyhentyy erityisesti, jos amputaation syynä on vaskulaarinen sairaus ja eniten silloin, kun vaskulaarisen sairauden syynä on diabetes. (Dijkstra – Geertzen – van der Schans – Schoppen 2002.)

*Kävelyn symmetria.* Proteesikävely on luonnostaan epäsymmetristä. Painon varaaminen amputoidulle raajalle voi olla vaikeaa raajan pehmytkudosten rasittumisen vuoksi ja kuntoutuja saattaa suojella raajaa kävelemällä epäsymmetrisesti. (Dudzinski – Lake – Lees – Nolan – Wit – Wychowanski 2003.) Polven yläpuolelta amputoiduille yhtenäistä on tukivaiheen lyhentyneisyys amputoidulla raajalla eli tukivaiheen pitkittyneisyys kontralateraalaisella raajalla (Curtze – Otten – Hof – Postema 2011; Jarnlo – Persson – Sjö Dahl 2001). Tätä tukivaiheen keston epäsymmetrisyyttä on havaittu myös polven alapuolelta amputoiduilla, mutta epäsymmetrisyys näyttää kasvavan sen mukaan, mitä korkeammalta amputaatio on tehty (Curtze ym. 2011). Tukivaiheen pidempi kesto kontralateraalaisella alaraajalla johtaa askelpituuden kasvamiseen proteesijalalla (Crochet ym. 2014). Erään tutkimuksen mukaan traumaperäisten syiden takia polven yläpuolelta amputoitujen askelpituuden mediaani oli 73 cm amputoidulla alaraajalla ja terveellä 61 cm. Prosentuaalisesti amputoidun alaraajan ja terveen puolen askelpituuden mediaanin ero oli 16,4 %. Saman tutkimuksen mukaan yhden jalan tukivaiheen keston mediaani kävelysyklistä oli amputoidulla puolella 35 % ja kontralateraalaisella puolella 39 %. Yhden jalan tukivaiheen keston mediaani terveellä alaraajalla oli 10,3 % pidempi kuin amputoidulla puolella. (Jarnlo – Persson – Sjö Dahl – Söderberg 2002.) Toisen tutkimuksen mukaan vaskulaaristen ja traumaperäisten syiden takia amputoitujen keskiarvoinen askelpituus tavanomaisella kävelynopeudella oli 77 cm ja kontrolliryhmän askelpituus oli 83 cm. Askelpituuden ero ryhmien välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittävä. (Groenewold ym. 2009.)

Alaraaja-amputoitujen askelleveys on usein suurentunut isomman tukipinta-alan saavuttamiseksi. Polven yläpuolelta amputoitujen askelleveys on suurempi kuin polven alapuolelta amputoitujen. Askelleveys voi myös vaihdella kävelyn aikana, mikä hankaloittaa vartalon sivusuuntaisen liikkeen hallintaa. Mitä fyysisesti aktiivisempi henkilö, sitä kaapeampi askelleveys on. Normaalilla nopeudella kävellessä energiatehokkain askelleveys terveillä tutkituilla on noin 12 cm. Polven alapuolelta amputoitujen keskiarvoinen askelleveys oli Crochet ym. (2014) tutkimuksen mukaan noin 15 cm. Polven yläpuolelta amputoitujen keskiarvoinen askelleveys oli noin 20 cm. (Crochet ym. 2014.)

## 4 Tutkimusmenetelmät

### 4.1 Tutkimusasetelma ja tutkittavien rekrytointi

Tutkimus toteutettiin poikkileikkausasetelmana eli tutkittavat mitattiin vain kerran. Kaikki mittaukset suoritettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa helmikuussa 2015. Tutkittavat rekrytoitiin Vantaan kaupungin kautta.

Tutkimukseen osallistuvien alaraajaproteesia käyttävien kuntoutujien kriteerit olivat: a) 40-80-vuotias mies tai nainen, jolle on tehty nilkan yläpuolinen alaraaja-amputaatio, b) osallistuja käyttää alaraajaproteesia, c) osallistuja pystyy kävelemään proteesin avulla 10 metrin matkan, d) osallistuu vapaaehtoisesti ja antaa kirjallisen suostumuksensa tutkimukseen. Poissulkukriteerit olivat: a) trauman, kasvaimen tai malformaation aiheuttama amputaatio ja b) molempien alaraajojen amputaatio.

### 4.2 Tutkimusprotokolla

Jokaiselta tutkittavalta kerättiin esitieto-lomake (liite 1). Lomakkeeseen merkittiin tutkitavan perustiedot, kuten ikä, pituus, paino, amputaation syy, käytössä olevat kävelyn apuvälineet, ortoosit ja proteesit sekä tieto, kummassa jalassa proteesi on. Lomakkeeseen kirjattiin myös muut sairaudet ja mahdolliset muut huomiot tutkitavan toimintakyvystä sekä kuinka kauan proteesi on ollut käytössä ja mikä on proteesin päivittäinen käyttöaika.

Mittauksista ensimmäisenä suoritettiin Optogait-laitteistolla (Microgate Co, Italia) tehtävä kävelyn symmetrian tutkiminen, minkä jälkeen suoritettiin 10 metrin kävelynopeustesti ja porraskävelytesti. Kuntoutujilta kysyttiin jokaisen mittauksen jälkeen oliko heillä suorituksen aikana kipuja ja pelkäsivätkö he menettävänsä tasapainonsa. Kivun ja kaatumisen pelon kokemusta arvioitiin Visual Analog Scale (VAS) -janalla asteikolla 0-10, jossa 0 tarkoittaa ei kipua tai ei kaatumisen pelkoa ja 10 pahin mahdollinen kipu tai kaatumisen pelko. Jokaisen tutkitavan tulokset kirjattiin erillisille lomakkeille (liite 2). Yhden tutkitavan mittauksiin kulunut aika oli noin 45 minuuttia.

#### 4.2.1 Kävelynopeus

10 kävelynopeus mitattiin tutkittavan tavanomaisella ja maksimaalisella kävelynopeudella valokennojen avulla. Mittaukselle oli varattu testin ohjeiden mukaisesti 14 metrin esteetön matka, josta valokennoilla mitattiin 10 metrin matka. Valokennot asetettiin 2 metrin ja 12 metrin kohdalle, jolloin tutkittavalle jäi 2 metrin kiihdytysmatka lähtöviivaa ennen ja samanmittainen jarrutusmatka maaliviivan jälkeen. Ajanotto alkoi tutkittavan ohittaessa lähtöviivan ja päättyi, kun tutkittava ohitti maaliviivan. Suorituksia mitattiin kaksi molemmilla kävelynopeuksilla. Ensimmäinen suoritus mitattiin tutkittavan normaali kävelynopeudella ja toinen suoritus tutkittavan turvallisella maksimaalisella kävelynopeudella. Tutkittavien askelparit laskettiin jokaisen oikean jalan kantauskun kohdalla.

Testin tuloksista voidaan laskea kävelyn aika-matka -muuttujia, joiden avulla voidaan muun muassa määrittää kävelyn poikkeavuuden määrää ja tyyppiä. Kävelytesti soveltuu kaikille testattaville, jotka eivät tarvitse ulkopuolisen henkilön tukea tai avustusta kävellessä. Testi voidaan kuitenkin suorittaa apuvälineen, ortoosin tai muun vastaavan tuen kanssa. (10 metrin kävelytesti muistitoimintokellolla 2011-2014.)

#### 4.2.2 Porraskävely

Porraskävelyä arvioitiin 10 portaan porraskävelytestissä. Tutkittavilta mitattiin erikseen portaiden ylösnousu ja alas laskeutuminen. Näistä suorituksista merkittiin erilliset ajat havaintoineen. Ennen testin aloittamista tutkittavalta kysyttiin, kuinka monta porrasta hän pystyy kiipeämään ja uskooko hän suoriutuvansa portaissa turvallisesti. Häneltä myös kysyttiin, tarvitseeko hän tukea kaiteesta tai muuta varmistusta. Jos tutkittava olisi kokenut, että hän ei pysty nousemaan 10 rappusta turvallisesti, testiä ei olisi toteutettu. Ohjeeksi annettiin, että tutkittava suorittaa testin mahdollisimman nopeasti, mutta turvallisesti. Suorituksesta otettiin aika ja havainnoitiin, miten porraskävelyonnistui sekä kirjattiin ylös kävelikö tutkittava portaat vuoro- vai tasatahtiin ja ottiko hän tukea kaiteesta suorituksen aikana. Suorituksen jälkeen tutkittavalta kysyttiin, oliko hänellä kipuja ja pelkäsikö hän kaatuvansa suorituksen aikana. Testiin ei ole olemassa verrattavia viitearvoja.

Testissä käytettyjen porrasvälin korkeus oli 17 cm, syvyys 30 cm ja leveys 165 cm. Portaissa oli kaide vain toisella puolella. Valokennot asetettiin niin, että lähtöviiva ylöspäin kulkiessa sijaitsi 10 cm ennen ensimmäistä porrasta ja maali 30 cm päässä tasanteella



viimeisen portaan jälkeen. Valokennojen sijainti pysyi samana molempien suorituksien aikana.

#### 4.2.3 Kävelyn symmetria

Liikelaboratorion Optogait-laitteistolla tutkittavien kävelystä mitattiin askelpituus, askelleveys, yhden jalan tukivaiheen ja heilahdusvaiheen kestot. Yhden jalan tukivaihe on osa koko tukivaihetta, mutta tukivaiheeseen kuuluvia kuormitusvasteen ja esiheilahduksen tuloksia ei ole käsitelty tässä työssä (kuvio 3). Yhden jalan tukivaiheen ja heilahdusvaiheen kesto mitattiin prosentuaalisina osuuksina koko kävelysyklin kestosta.

Suorituksessa tutkittavaa ohjattiin kävelemään tavanomaisella kävelynopeudella Optogaitin rajaama alue päästä päähän. Mittausalue oli 5 metriä pitkä ja 2 metriä leveä. Rajatun alueen molemmissa päädyissä oli yhden metrin alueet, joita Optogait ei mitannut. Mittauksen alkaessa tutkittava seiso i valmiina yhden metrin lähtöalueella, jolloin Optogait käynnistettiin. Tutkittava sai aloittaa suorituksen, kun oli valmis ja mittaus alkoi automaattisesti hänen poistuessaan lähtöalueelta. Päätyalueella tutkittava kääntyi ja käveli takaisin lähtöalueelle. Näin ohjelma ei mitannut kääntymistä. Suorituksia tehtiin kaksi ja tutkittava sai käyttää tarvitsemiaan apuvälineitä suorituksen aikana, sillä laite mittaa vain tutkittavan askeleet. Tutkittavat kävelivät omilla kengillään kaikissa suorituksissa. Jos tutkittavan kengät olivat korkeakantaiset, kenkien sivut teipattiin Optogait-mittauksen ajaksi, jotta tietokone tunnistaisi kengän yhdeksi yhtenäiseksi askeleeksi.

#### 4.3 Tulosten analysointi

Esitietolomakkeen ja mittausten tulokset kirjattiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan. Kaikista muuttujista laskettiin keskiarvot ja keskihajonta. Tulokset on esitelty taulukkomuodossa ja mittaustuloksista on keskiarvojen ja keskihajonnan lisäksi esitelty tulosten vaihteluväli. Asymmetriat on laskettu vertaamalla proteesi- ja kontralateraalisen alaraajan suhdetta keskenään. Jos proteesialaraajan tulos on ollut suurempi kuin kontralateraalisen raajan, on asymmetria esitetty plus-merkkisenä lukuna. Jos tulos on ollut pienempi kuin kontralateraalaisella puolella, on asymmetria esitetty miinus-merkkisenä lukuna.

Tulokset esitetään ryhmäkeskiarvoina. Tulosten analysoinnissa on kuitenkin huomioitu tulosten vaihteluvälin vaikutus saamiimme keskiarvoihin. Analysoinnissa ja pohdinnassa

hyödynnettiin aikaisempien tutkimusten tuloksia ja verrattiin tutkittaviemme proteesikävelyn piirteitä aikaisemmin tutkittuun tietoon.

#### 4.4 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimukselle myönnettiin Vantaan kaupungin tutkimuslupa sekä Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) koordinoivan eettisen lautakunnan hyväksyntä. Tutkimusessamme noudatettiin hyvää tieteellisestä käytäntöä (Hyvä tieteellinen käytäntö 2012-2014). Mittaustulokset jäivät vain VATA-hankkeen käyttöön ja niitä hyödynnetään vain tässä tutkimuksessa. Aineisto tuhoetaan VATA-hankkeen loppuraportin valmistuttua.

Kaikki tutkittavat olivat vapaaehtoisia ja heille lähetettiin tiedote (liite 3) ennen tutkimukseen osallistumista. Tiedote käytiin läpi ennen mittaustilannetta ja tutkittavat allekirjoittivat tutkimuslupalomakkeen (liite 4). Tutkittavilla oli oikeus keskeyttää osallistuminen ilman erityistä syytä missä tahansa tutkimuksen vaiheessa. Esitietolomakkeen ja mittaustulosten tiedot kerättiin nimettöminä.

## 5 Tulokset

### 5.1 Tutkittavien esittely

Tutkittavia oli viisi ja he olivat iältään 51-76-vuotiaita (taulukko 2). Kaikki tutkittavat olivat miehiä, joille amputaatio oli tehty oikeaan alaraajaan polven alapuolelta. Jokaisen tutkitavan amputaatio on tehty diabeteksen seurauksena ja muina sairauksina heillä oli esimerkiksi sydän- ja verisuonisairauksia. Kaikki tutkittavat ilmoittivat pystyvänsä kävelemään 10 rappusta edestakaisin. Yksi tutkittava käytti rollaattoria ja kävelykeppiä kävelyn tukena ja yksi tutkittava käytti kävelykeppiä portaissa. Itse arvioidun maksimaalisen kävelymatkan keskiarvo oli 420 metriä. Kaksi tutkittavaa kertoi maksimaalisen kävelymatkan vähenevän ilman apuvälineitä ja muut tutkittavat kertoivat muualla kuin amputoidussa alaraajassa esiintyvien kipujen vaikuttavaan kävelemiseen yleensä.

Taulukko 2. Tutkittavien esitiedot.

Tutkittavien tiedot (n=5)	keskiarvo (keskihajonta)	lkm	vaihteluväli
ikä (v)	67,8 (10,0)	5 / 0	51-76
mies / nainen			
pituus (cm)	178,4 (4,9)		170-182
paino (kg)	90,8 (16,2)		79-113
aika amputaatiosta (v)	5,8 (2,9)		4-11
aika proteesin saannista (v)	5,6 (3,1)		3,5-11,0
aika nyk. proteesin saannista (v)	4,2 (3,8)		0,5-10,0
proteesi jalassa päivän aikana (h)	10,2 (3,5)		6-15
proteesin käyttöaika / päivä (h) *	3,6 (2,1)		1-6
arvioitu max kävelymatka (m)	420 (342)		100-1000

\*Päivittäisellä proteesin käyttöajalla tarkoitetaan tutkittavan proteesin kanssa seisomiseen ja kävelyn käyttämää aikaa.

## 5.2 Kävelynopeus

Tutkittavien keskiarvoinen tavanomainen kävelynopeus oli 1,0 m/s (taulukko 3). Maksimaalisen kävelynopeuden keskiarvo oli 1,3 m/s. Askelparien lukumäärä väheni noin yhdellä parilla maksimaalisessa kävelynopeudessa tavanomaiseen kävelynopeuteen verrattuna. Kivut lisääntyivät keskiarvollisesti hieman maksimaalisessa kävelynopeudessa. Yhdellä tutkittavalla kipua esiintyi molemmassa suorituksessa amputoidun alaraajan tyn-gässä. Yksi tutkittava koki kaatumisen pelkoa suorituksien aikana. Tutkittavista yksi käytti testissä rollaattoria.

Taulukko 3. Alaraaja-amputoitujen kuntoutujien tavanomainen ja maksimaalinen kävelynopeus.

n=5	keskiarvo (keskihajonta)	vaihteluväli
Kävelynopeus, tavanomainen		
nopeus (m/s)	1,0 (0,2)	0,7-1,3
askelparien lkm	8,2 (1,3)	7-10
kipu 0-10 *	1,6 (3,6)	0-8
kaatumisen pelko 0-10 **	0,2 (0,4)	0-1
Kävelynopeus, maksimaalinen		
nopeus (m/s)	1,3 (0,3)	0,8-1,6
askelparien lkm	7 (1,7)	6-10
kipu 0-10 *	1,8 (4,0)	0-9
kaatumisen pelko 0-10 **	0,2 (0,4)	0-1

\* Suorituksen aikainen kipu mitattu VAS-janalla    \*\*Suorituksen aikainen kaatumisen pelko mitattu VAS-janalla

### 5.3 Porraskävely

Kaikki tutkittavat ottivat kaiteesta tukea ylös- ja alaspäin mentäessä. Yhdellä tutkittavalla oli kävelykeppi apunaan molempiin suuntiin kävellessä ja toisella tutkittavalla kävelykeppi oli käytössä vain alaspäin kävellessä, ja hän oli tutkittavista ainoa, joka koki hieman kaatumisen pelkoa suoritusten aikana. Kaksi tutkittavista käveli tasatahtia molempiin suuntiin ja kaksi tutkittavaa käveli vuorotahtia molempiin suuntiin. Kävelykeppiä molemmissa suorituksissa apunaan käyttävä käveli vuorotahtia ylöspäin ja tasatahtia alaspäin. Porraskävelyn keskiarvoinen aika ylöspäin oli 13,1 sekuntia ja alaspäin 14,3 sekuntia (taulukko 4). Tutkittavat kokivat kipua ja kaatumisen pelkoa yhtä paljon sekä ylös- että alaspäin mennessä. Kahdella tutkittavalla kipua esiintyi terveessä alaraajassa ja yhdellä amputoidun raajan tyngässä.

Taulukko 4. Alaraaja-amputoitujen kuntoutujien porraskävelynopeus ylös- ja alaspäin.

n=5	keskiarvo (keskihajonta)	vaihteluväli
Porraskävely ylös		
aika (s)	13,1 (10,4)	5,9-30,7
kipu 0-10 *	2,4 (3,4)	0-8
kaatumisen pelko 0-10 **	0,4 (0,9)	0-2
Porraskävely alas		
aika (s)	14,3 (10,0)	5,7-30,8
kipu 0-10 *	2,4 (3,4)	0-8
kaatumisen pelko 0-10 **	0,4 (0,9)	0-2

\* Suorituksen aikainen kipu mitattu VAS-janalla    \*\*Suorituksen aikainen kaatumisen pelko mitattu VAS-janalla

#### 5.4 Kävelyn symmetria

Tutkittavien askelpituuden keskiarvoinen ero proteesi- ja kontralateraalaisella alaraajalla oli 1,6 % (0,8 cm) (taulukko 5). Proteesialaraajan askelpituus oli kolmella tutkittavalla pidempi kontralateraaliseen alaraajaan verrattuna. Askelpituus on laskettu kahden kantaiskun välisestä etäisyydestä. Askelleveyden tulokset keskiarvollisesti olivat samansuuntaiset. Alaraajojen välinen asymmetria oli 5,8 % (1,3 cm). Proteesialaraajan askelleveys oli keskiarvollisesti leveämpi verrattuna kontralateraaliseen alaraajaan, mutta vain kahdella tutkittavalla askelleveys oli leveämpi kontralateraaliseen alaraajan verrattuna, mikä ilmenee keskihajonnan suuruutena. Askelleveys on laskettu askeltavan alaraajan etäisyytenä tukijalasta.

Yhden jalan tukivaiheen kesto kaikilla tutkituilla oli proteesipuolella lyhyempi kuin tukijalan puolella. Ero oli keskiarvollisesti -15,3 %. Proteesialaraajan heilahdusvaiheen kesto oli pidentynyt kaikilla tutkituilla kontralateraaliseen alaraajaan nähden. Keskimääräisesti heilahdusvaiheen kesto oli proteesialaraajalla 23,2 % pidempi kuin kontralateraalaisella puolella. Yhden tutkittavan Optogait-mittaus epäonnistui, joten hänen tuloksiaan ei voitu hyödyntää vertailussa.

Taulukko 5. Alaraaja-amputoitujen kuntoutujien kävelyn ajalliset ja avaruudelliset muuttujat.

n=4	keskiarvo (keskihajonta)	vaihteluväli
<b>Askelpituus</b>		
kontralateraalinen alaraaja (cm)	54,4 (6,2)	47,3-61,9
proteesialaraaja (cm)	55,2 (10,9)	40,0-63,2
asymmetria (%)	1,6 (17,7)	-23,4-16,1
asymmetria (cm)	0,8 (9,1)	-12,2-7,6
<b>Askelleveys</b>		
kontralateraalinen alaraaja (cm)	19,6 (2,5)	17,3-23,2
proteesialaraaja (cm)	20,9 (5,7)	14,8-26,4
asymmetria (%)	5,8 (20,2)	-14,5-30,2
asymmetria (cm)	1,3 (3,9)	-2,5-5,8
<b>Yhden jalan tukivaiheen kesto</b>		
kontralateraalinen alaraaja (%)	36,7 (4,1)	34,6-43
proteesialaraaja (%)	30,8 (3,3)	26,5-34,2
asymmetria (%)	-15,3 (16,0)	-38,4-(-2,2)
<b>Heilahdusvaiheen kesto</b>		
kontralateraalinen alaraaja (%)	30,8 (3,6)	25,9-34,4
proteesialaraaja (%)	37,1 (4,2)	34,8-43,4
asymmetria (%)	23,2 (30,0)	2,6-67,6
Kipu 0-10 *	0 (0)	
Kaatumisen pelko 0-10 **	0,25 (0,5)	0-1

\* Suorituksen aikainen kipu mitattu VAS-janalla    \*\*Suorituksen aikainen kaatumisen pelko mitattu VAS-janalla

## 6 Pohdinta

Tutkittavien tavanomaisen kävelynopeuden keskiarvo 1,0 m/s on selkeästi hitaampaa Groenewold ym. (2009) tuloksiin verrattuna. Jos arvioidaan kävelynopeuden toiminnallisuutta, 1,0 m/s riittää liikennevaloin säädellyn suojatien ylittämiseen (Aromaa – Koskinen 2002). Tuloksistamme on nähtävissä vaihtelua tutkittavien kesken. Nopeimman tutkittavan kävelynopeus oli 1,3 m/s, mikä riittää hyvin suojatien ylittämiseen, vaikka tutkittava lähtisikin ylittämään suojatietä aivan viime hetkellä, kun jalankulkijoiden vihreä valo sammuu. Hitaimman tutkittavan nopeus oli 0,7 m/s, mikä ei Aromaa ym. mukaan riitä suojatien ylittämiseen, vaikka tutkittava lähtisi liikkeelle heti jalankulkijoiden vihreän valon sytyessä. Tutkittaviemme kävelyn maksimaalisen nopeuden keskiarvo oli 1,3 m/s. Maksi-

maalisella nopeudella hitain tutkittava ehtii suojatien yli, jos hän lähtee liikkeelle heti jalankulkijoiden vihreän valon syttyessä. Maksimaalisella kävelynopeudella kävellessä tutkittavien askelparien lukumäärä väheni keskimääräisesti yhdellä askelparilla. Tästä voidaan päätellä, että tutkittavien askelpituus kasvoi maksimaalisessa kävelynopeudessa tavanomaiseen vauhtiin verrattuna. Hitaimman kävelijän askelparien lukumäärä lisääntyi yhdellä eli hän askelsi tiheämmin maksimaalisella vauhdilla.

Porraskävelynopeuksissa oli suuria eroja tutkittavien kesken. Nopeimmat tutkittavat kävelivät portaat yhteen suuntaan noin 6 sekunnissa sekä ylös- että alaspäin mentäessä, kun hitaimmalla tutkittavalla aikaa kului yhteen suuntaan 30 sekuntia. Tutkittavat kokivat porraskävelyn pääosin turvalliseksi. Hitain tutkittava koki kaatumisen pelkoa (VAS-janalla 2/10) ja tutkittavista eniten kipua suoritusten aikana (VAS-janalla 8/10). Kaikki tutkittavat käyttivät kaidetukea suoritusten aikana ja kaksi tutkittavista käytti lisäksi apunaan kävelykeppiä. Suoritusten perusteella voidaan sanoa, että tutkittavien kyky kävellä portaissa on toiminnallista ja kaikki tutkittavat kykenevät kulkemaan rappusissa turvallisesti ainakin yhden kerrosvälin (10 rappusta) verran. Tällä perusteella voidaan päätellä, että suurin osa heistä pystyisi kävelemään useammankin kerrosvälin turvallisesti. Koska fyysisen aktiivisuuden on todettu parantavan amputoitujen kuntoutujien sydän- ja verenkiertoelimistön suorituskykyä (Crochet ym. 2014), voidaan olettaa, että hitaimman ajan saanut tutkittava voi fyysisellä harjoittelulla parantaa kävelynopeuttaan sekä tasaisella alustalla että portaissa. Kyseinen tutkittava koki proteesin istuvan hänelle huonosti, mikä Blumentritt ym. (2006) mukaan voi vaikuttaa heikentävästi tämän suorituskykyyn kävellessä. Jokainen tutkittava koki portaissa alaspäin kävelemisen vaikeammaksi kuin ylöspäin kävelyn. Tutkittavien keskiarvoinen suoritukseen kulunut aika alaspäin mentäessä ei kuitenkaan ollut merkittävästi pidempi. Hankalaksi koettua alaspäin kävelyä voi selittää huonosti istuva tai huonosti toimiva proteesi. Yksi tutkittava koki alaspäin laskeutuessa hankaluudeksi sen, ettei proteesialaraajan nilkka taivu tarpeeksi.

Mittaustuloksiemme mukaan tutkittujen keskiarvoinen askelleveys oli proteesialaraajalla noin 21 cm ja kontralateraalaisella alaraajalla noin 20 cm eli tutkittavien tukipinta-ala oli suurentunut, mikä on yhtenevää Crochet ym. (2014) tulosten kanssa. Proteesialaraajan askelleveyden keskihajonta oli suurempi kuin kontralateraalaisella alaraajalla, mistä voidaan päätellä, että askelleveys vaihtelee kävelyn aikana erityisesti proteesialaraajalla. Kaikkien tutkittavien askelleveys oli epäsymmetristä alaraajojen välillä, mutta leveämmin astuva alaraaja vaihteli tutkittavasta riippuen. Kahden tutkittavan askel oli leveämpi proteesialaraajalla ja kahden askel oli leveämpi kontralateraalaisella alaraajalla, minkä vuoksi

asymmetrian keskihajonta on suuri. Leveämmin astuvan alaraajan vaihtelusta huolimatta asymmetrian keskiarvo näissä tuloksissa näyttäisi osoittavan sen, että proteesipuolen askelleveys on keskiarvoisesti suurempi. Crochet ym. (2014) mukaan terveiden tutkittujen askelleveys on noin 12 cm ja saman tutkimuksen mukaan polven alapuolelta amputoitujen keskiarvoinen askelleveys oli noin 15 cm. Tutkimuksen mukaan askelleveys voi vaihdella suuresti kävelyn aikana ja mitä fyysisesti aktiivisempi henkilö on, sitä kapeampi hänen askelleveytensä on.

Kolmella tutkittavalla proteesialaraajan askelpituus oli suurempi toiseen raajaan verrattuna. Yhdellä tutkittavalla proteesipuolen askelpituus oli selkeästi lyhyempi kuin kontralateraaliosalla puolella. Tähän voi vaikuttaa se, että tutkittava koki proteesin olevan liian lyhyt toiseen raajaan verrattuna. Yhden poikkeavan tuloksen vuoksi askelpituuden keskiarvoinen asymmetria oli pientä, mutta tulosten keskiarvojen hajonta suurta. Keskiarvoisesti laskettuna tutkittavien askelpituus oli kuitenkin hieman pidempi proteesipuolella, mitä on havaittu myös aikaisemmissa tutkimuksissa (Jarnlo ym. 2002).

Proteesikävelylle tyypillinen epäsymmetrisyys (Dudzinski ym. 2003) näkyi erityisesti yhden jalan tukivaiheen ja heilahdusvaiheen kestossa. Yhden jalan tukivaiheen kesto oli lyhentynyt kaikilla tutkituilla proteesipuolella ja tukivaiheen keston keskiarvoinen asymmetria oli noin -15 %. Tulos osoittaa sen, että tukeutuminen proteesipuolelle on vähäisempää, kuten aikaisemmissa tutkimuksissa on osoitettu (Curtze ym. 2011). Saatamme tulokset kontralateraalisen alaraajan tukivaiheen pitkeytyneisyydestä ja proteesialaraajan askelpituuden kasvusta ovat yhteneväisiä Crochet ym. havaintojen kanssa (2014). Heilahdusvaiheen kesto proteesialaraajalla oli pidentynyt kaikilla tutkittavilla. Keskiarvoinen asymmetria heilahdusvaiheen kestossa oli jopa noin 23 % ja keskihajonta 30 %. Keskihajonnan suuruutta selittää yhden tutkittavan merkittävä puoliero.

Tuloksistamme voidaan päätellä, että kävelyn ajalliset ja avaruudelliset muuttujat (askelpituus, askelleveys, yhden jalan tukivaiheen kesto ja heilahdusvaiheen kesto) olivat proteesikävelyssä poikkeavia niin sanottuun normaaliin kävelyyn verrattuna. Tuloksista nousee kuitenkin esille yksilöiden väliset suuret erot. Huomion arvoista on, että yhden tutkittavan tuloksissa ei juurikaan ollut epäsymmetriaa.

Proteesin istuvuudella ja ominaisuuksilla on suuri merkitys proteesikävelyn sujuvuuteen ja proteesin käytettävyyteen. Vaikkei proteesin ominaisuuksia tutkittu tässä työssä, mitaustilanteissa tutkittavat nostivat esille joitakin proteesiin liittyviä vaikeuksia, joiden he



kokivat vaikuttavan kävelyyn. Esille nousseita tekijöitä olivat huonosti istuvan proteesin aiheuttama tynkäkipu, porraskävelyä vaikeuttava jäykätkö proteesin nilkkanivel ja liian lyhyen proteesin aiheuttama ontuminen. Amputoidun raajan tuntomuutokset ja proprioseptisten tuntemusten puuttuminen alaraajaproteesista vaikeuttavat painon varoamista proteesille, heikentävät tasapainoa ja lyhentävät proteesialaraajan tukivaiheen kestoa.

Sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksilla on vaikutusta alaraaja-amputoidun kuntoutujan fyysiseen toimintakykyyn. Vähäinen liikunta heikentää sydän- ja verenkiertoelimistön sekä lihaksiston kuntoa ja tasapainoa. (Crochet ym. 2014; Faber ym. 2011.) Tasapainon heikentyminen aiheuttaa kaatumisen pelon kokemuksia ja näin ollen voi vähentää kuntoutujan fyysistä aktiivisuutta. Tästä syntyy kierre, jonka myötä kuntoutujan fyysinen kunto laskee ja tasapaino heikkenee entisestään ja hän saattaa alkaa vältellä liikkumista alaraajaproteesin kanssa. Sydän- ja verenkiertoelimistön sairaudet eivät kuitenkaan välttämättä heikennä merkittävästi fyysistä toimintakykyä, kuten tutkittavistamme kävi ilmi. Vaikka kaikilla tutkittavillamme oli jokin sydän- ja verenkiertoelimistön liittyvä sairaus, olivat he pääosin fyysiseltä toimintakyvyltään hyväkuntoisia ja aktiivisia päivittäisissä toiminnoissa ja harrastuksissa.

Proteesin käyttöön ja alaraajaproteesia käyttävän kuntoutujan kävelykykyyn sekä kävelyn piirteisiin vaikuttavat tekijät ovat vahvasti yksilöllisiä. Amputaation ja protetisoinnin jälkeiseen toimintakykyyn vaikuttavat kuntoutujan lääketieteellinen terveydentila, amputaatiotaso ja proteesin ominaisuudet, jotka on pyrittävä huomioimaan kuntoutusprosessia suunniteltaessa. On hyvä muistaa, että alaraaja-amputoidun kuntoutujan kuntoutusprosessin tavoitteena ei tarvitse olla täydellisen ja symmetrisen kävelykyvyn saavuttaminen, vaan kuntoutus tulisi suunnitella yksilöllisten tekijöiden mukaan niin, että kuntoutujan kävelykyky olisi mahdollisimman vakaata, turvallista ja toiminnallista (Beek – Donker 2002). Optimaalisen fyysisen aktiivisuuden saavuttamisella voidaan mahdollistaa kuntoutujan itsenäinen toimintakyky, sosiaalinen aktiivisuus ja yhteiskunnallisiin toimintoihin osallistuminen.

*Liikelaboratorion hyödynnettävyys tutkimisympäristönä.* Metropolia Ammattikorkeakoulun liikelaboratorion hyödynnettävyyttä alaraaja-amputoidun kuntoutujan arvioinnissa voidaan tarkastella eri näkökulmista. Jos kuntoutujan arvioinnissa halutaan hyödyntää kävelyn osa-alueiden arvoja, on tarkka kävelyn symmetrian analyysi siihen soveltuva menetelmä. Tällöin olisi hyödyllistä suorittaa kuntoutujalle alku- ja loppumittaukset,

jotta voidaan vertailla, onko kävelyn osa-alueiden arvoissa tapahtunut muutoksia kuntoutusprosessin aikana. Yksittäisestä mittauksesta ei voida arvioida, miten kävelyn osa-alueet ovat kehittyneet kuntoutuksen aikana, mutta mittauksesta voi saada arvokasta tietoa kuntoutujan kävelyn symmetriasta ja muista kävelyn osa-alueista. Yksittäistäkin mittaustulosta voidaan hyödyntää fysioterapeutin suunnittelemassa kuntoutuksessa, jolloin tulosten avulla fysioterapiaa voidaan ohjata perusteltuun suuntaan. Jos kuntoutuksessa ei ole tarkoitus hyödyntää yksityiskohtaista tietoa kuntoutujan kävelyn osa-alueista, voidaan karkea kävelyn analysointi suorittaa silmämääräisesti arvioiden.

Kävelynopeus- ja porraskävelytestit ovat helpot suorittaa missä vain häiriöttömässä tilassa. Testien suorittamiseen tarvitaan vain sekuntikello. Testit ovat hyödyllisiä, kun halutaan arvioida kuntoutujan kävelyn toiminnallisuutta ja turvallisuutta erityisesti tämän kulkiessa liikenteessä. Porraskävelyä havainnoidessa voidaan arvioida, pystyykö kuntoutuja kulkemaan itsenäisesti ja turvallisesti myös paikoissa, jotka eivät ole esteettömiä. Testejä on helppo hyödyntää, jos halutaan arvioida kuntoutujan fyysisen toimintakyvyn edistymistä.

Tutkimuksemme vahvuuksia ovat tarkasti ja tiiviisti kirjoitettu teoriaosuus sekä tarkasti rajattu tutkimuskysymys. Rajatun tutkimuskysymyksen myötä opinnäytetyömme on pysynyt määritellyn aiheen puitteissa ja työssä olemme käsitelleet vain tutkimuskysymykselle olennaisia aiheita. Tutkimusprotokolla oli hyvin suunniteltu ja toteutettu, minkä vuoksi mittaustilanteet olivat sujuvia ja helppo toteuttaa. Tarkkaan raportoitu tutkimusprotokolla mahdollistaa sen, että samaa protokollaa voidaan käyttää myös muissa tutkimuksissa. Tutkimuksemme heikkouksia on tutkittavien pieni määrä, minkä takia tutkimustuloksia ei voida yleistää. Toisaalta tulokset ovat pääpiirteittäin yhteneviä aikaisemmin tutkitun tiedon kanssa. Jos kävelynanalyysiohjelmaa halutaan käyttää jatkossa alaraaja-amputoitujen kuntoutujien kävelyn tutkimisessa, on tarpeen selvittää, voiko apuvälinettä käyttää suorituksessa, jotta apuvälinettä tarvitsevat kuntoutujat voisivat osallistua mittaukseen.

Samalla protokollalla olisi hyödyllistä toteuttaa tutkimus, jossa tutkittavien määrä olisi suurempi. Näin ollen tutkimustulokset olisivat yleistettävissä ja tulosten avulla voitaisiin varmemmin kuvailla diabeteksen takia amputoitujen alaraajaproteesia käyttävien kuntoutujien kävelyä. Jatkotutkimuksessa voitaisiin arvioida proteesin teknisiä ominaisuuksia.

sia ja niiden vaikutusta alaraaja-amputaation jälkeiseen kävelyyn. Mielenkiintoinen tutkimusaihe olisi myös, korreloiko alaraaja-amputoidun kuntoutujan kävelykyky kuntoutujan itse kokeman elämänlaadun kanssa.

## Lähteet

10 metrin kävelytesti muistitoimintokellolla 2011-2014. Toimia-tietokanta. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Verkkodokumentti. <<http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/156/>>. Luettu 12.12.2014.

ABC-asteikko: toiminnallisen tasapainon varmuus 2011-2014. Toimia-tietokanta. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Verkkodokumentti. <<http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/45/>>. Luettu 16.4.2015.

Ahonen, Jarmo – Fogelholm, Mikael – Haapalainen, Jouni – Immonen, Seppo – Jansson, Laura – Laukkanen, Raija – Sandström, Marita 2002. Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Aromaa, Arpo – Koskinen, Seppo 2002. Terveys ja toimintakyky Suomessa. Terveys 2000 -tutkimuksen perustulokset. Kansanterveyslaitos. Verkkodokumentti. <<http://urn.fi/URN:ISBN:951-740-262-7>>. Luettu 18.12.2014.

Basu, Narendra Nath – Fassiadis, Nikolaos – McIrvine, Andrew 2008. Mobility one year after unilateral lower limb amputation: a modern, UK institutional report. Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery. Verkkodokumentti. <<http://icvts.oxfordjournals.org/content/7/6/1024.full.pdf+html>>. Luettu 14.1.2015.

Beek, Peter – Donker, Stella 2002. Interlimb coordination of prosthetic walking: effects of asymmetry and walking velocity. Acta Psychologica. Verkkodokumentti. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001691802000379>>. Luettu 14.1.2015.

van Bennekom, C – Houdijk, H – Polonski, W – Slootman, J – van Velzen, J – van der Woude, L 2006. Physical capacity and walking ability after lower limb amputation: A systematic review. Verkkodokumentti. <<http://cre.sagepub.com/content/20/11/999>>. Luettu 8.1.2015.

Blumentritt, Siegmund – Marx, Björn – Schmalz, Thomas 2006. Biomechanical analysis of stair ambulation in lower limb amputees. Gait & Posture 2007. Verkkodokumentti. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636206000531>>. Luettu 12.1.2015.

Bowker, John – Michael, John – Smith, Douglas 2004. Atlas of Amputations and Limb Deficiencies. Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles. Third Edition. American Academy of Orthopaedic Surgeons: Rosemont, IL.

Czerniecki, Joseph – Hakimi, Kevin – Norvell, Daniel – Turner, Aaron – Webster, Joseph – Williams, Rhonda 2012. Prosthetic fitting, use, and satisfaction following lower-limb amputation: A prospective study. Journal of Rehabilitation Research and Development. Volume 49. Number 10, 2012.

Cox, P – Weaver, S – Williams, S 2011. Life after Lower Extremity Amputation in Diabetics. West Indian Medical Journal. Volume 60. Number 5, October 2011.

Crochet, Karleigh – Girlinghouse, Jacob – Lin, Suh-Jen – Mitchell, Jill – Winston, Katie 2014. Physical activity, functional capacity, and step variability during walking in people

with lower-limb amputation. Verkkodokumentti. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636214000915>>. Luettu 8.1.2015.

Curtze, Carolin - Otten, Bert - Hof, At - Postema, Klaas 2011. Determining asymmetry of roll-over shapes in prosthetic walking. Journal of Rehabilitation Research & Development. Verkkodokumentti. <<http://www.rehab.research.va.gov/jour/11/4810/page1249.html>>. Luettu 9.1.2015.

Deathe, Barry – Koval, John – Miller, William – Speechley, Mark 2001. The Influence of Falling, Fear of Falling, and Balance Confidence on Prosthetic Mobility and Social Activity Among Individuals With a Lower Extremity Amputation. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Verkkodokumentti. <[http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(01\)15026-4/pdf](http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(01)15026-4/pdf)> Luettu 12.2.2015.

Deathe, Barry – Miller, William – Speechley, Mark 2001. The Prevalence and Risk Factors of Falling and Fear of Falling Among Lower Extremity Amputees. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Verkkodokumentti. <[http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(01\)27659-X/pdf](http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(01)27659-X/pdf)> Luettu 12.2.2015.

Diabeetikon jalkaongelmat 2009. Käypä hoito –suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Diabetesliiton lääkarineuvoston, Suomen Endokrinologiyhdistyksen ja Suomen Ihotautilääkäriyhdistyksen asettama työryhmä. Julkaistu 24.06.2009. Verkkodokumentti. <<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus.jsessionid=9F8A66A596EFB1B37362D54E45774760?id=hoi50079>>. Luettu 19.11.2014.

Dijkstra, Pieter – Geertzen, Jan – van der Schans, Cees – Schoppen, Tanneke 2002. Phantom Pain and Health-Related Quality of Life in Lower Limb Amputees. Journal of Pain and Symptom Management. Verkkodokumentti. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885392402005110>>. Luettu 9.1.2015.

Dijkstra, Pieter – de Laat, F – Roorda, L – Rommers, G. 2013. Climbing Stairs After Outpatient Rehabilitation for a Lower-Limb Amputation. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Verkkodokumentti. <[http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(13\)00105-6/pdf](http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(13)00105-6/pdf)>. Luettu 29.12.2014.

Dudzinski, Krzysztof – Lake, Mark – Lees, Adrian – Nolan, Lee – Wit, Andrzej – Wychowski, Michal 2003. Adjustments in gait symmetry with walking speed in trans-femoral and trans-tibial amputees. Verkkodokumentti. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636202000668>> Luettu 20.1.2015.

Elinmuutosten ehkäisy n.d. Diabetestietoa. Diabetesliitto. Verkkodokumentti. <[http://www.diabetes.fi/diabetestietoa/tyyppi\\_1/elinmuutosten\\_ehkaisy](http://www.diabetes.fi/diabetestietoa/tyyppi_1/elinmuutosten_ehkaisy)>. Luettu 24.3.2015.

Faber, Willemijn X. – de Haan, Arnold – Houdijk, Han – Wezenberg, Daphne – van der Woude, Lucas H. 2013. Relation between aerobic capacity and walking ability in older adults with a lower-limb amputation. Archives of physical medicine and rehabilitation. Volume 94, Issue 9, September 2013, Pages 1714–1720.

Fleury, Aisling M – Peel, Nancye M – Salih, Salih A 2012. Rehabilitation of the older vascular amputee: A review of the literature. Geriatrics and Gerontology International 2013. Volume 13.

Geertzen, J – de Laat, F – Roorda, L – Rommers, G. 2010. Construct Validity and Test-Retest Reliability of the Climbing Stairs Questionnaire in Lower-Limb Amputees. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Verkkodokumentti. <[http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(10\)00337-0/pdf](http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(10)00337-0/pdf)>. Luettu 29.12.2014.

Geertzen, Jan – Lettinga, Ant – Postema, Klaas – Stuive, Ilse – van Twillert, Sacha 2014. Functional performance, participation and autonomy after discharge from prosthetic rehabilitation: Barriers, facilitators and outcomes. Verkkodokumentti. <<http://www.medical-journals.se/jrm/content/?doi=10.2340/16501977-1846&html=1>>. Luettu 12.1.2015.

Groenewold, Marelies – Houdijk, Han – Pollmann, Eveline – Polomski, Wojtek – Wiggerts, Han 2009. The energy cost for the step-to-step transition in amputee walking. Verkkodokumentti. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636209000642>>. Luettu 20.3.2015.

Hyvä tieteellinen käytäntö 2012-2014. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Verkkodokumentti. <<http://www.tenk.fi/fi/htk-ohje/hyva-tieteellinen-kaytanto>>. Luettu 27.3.2015.

ICF-luokituksen rakenne 2014. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Verkkodokumentti. <<https://www.thl.fi/fi/web/toimintakyky/icf-luokitus/icf-luokituksen-rakenne>>. Luettu 13.4.2015.

Ikonen, Tuija S. – Sund, Reijo – Venermo, Maarit – Winel, Klas 2010. Fewer Major Amputations Among Individuals With Diabetes in Finland in 1997-2007. A population-based study. Diabetes Care. Volume 33, Number 12, December 2010.

International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) 2015. World Health Organization. Verkkodokumentti. <[http://www.who.int/classifications/icf/icf\\_more/en/](http://www.who.int/classifications/icf/icf_more/en/)>. Luettu 13.4.2015.

Jarnlo, Gun-Britt – Persson, Björn M. – Sjö Dahl, Catharina. 2001. Gait improvement in unilateral transfemoral amputees by a combined psychological and psychotherapeutic treatment. Journal of Rehabilitation Medicine. Volume 33.

Jarnlo, Gun-Britt – Persson, Björn – Sjö Dahl, Catharina – Söderberg, Bo 2002. Kinematic and kinetic gait analysis in the sagittal plane of trans-femoral amputees before and after special gait re-education. Verkkodokumentti. <<http://poi.sagepub.com/content/26/2/101.long>>. Luettu 20.3.2015.

Jorge, Milagros – Lusardi, Michelle – Nielsen, Caroline 2013. Orthotics & Prosthetics in Rehabilitation. Third Edition. Elsevier Saunders: St. Louis, Missouri.

Koski, Sari – Sund, Reijo 2009. FinDM II. Diabeteksen ja sen lisäsairauksien esiintyvyyden ja ilmaantuvuuden rekisteriperusteinen mittaaminen – Tekninen raportti. Julkaisija: Suomen Diabetesliitto. Verkkodokumentti. <[http://www.diabetes.fi/files/274/FinDM\\_II\\_Diabeteksen\\_ja\\_sen\\_lisasairauksien\\_esiintyvyyden\\_ja\\_ilmaantuvuuden\\_rekisteriperusteinen\\_mittaaminen\\_Tekninen\\_raportti\\_pdf\\_361\\_kt.pdf](http://www.diabetes.fi/files/274/FinDM_II_Diabeteksen_ja_sen_lisasairauksien_esiintyvyyden_ja_ilmaantuvuuden_rekisteriperusteinen_mittaaminen_Tekninen_raportti_pdf_361_kt.pdf)>. Luettu 7.1.2015.

Koski, Sari 2010. Diabetesbarometri 2010. Suomen Diabetesliitto ry. Verkkodokumentti. <[http://www.diabetes.fi/files/1377/Diabetesbarometri\\_2010.pdf](http://www.diabetes.fi/files/1377/Diabetesbarometri_2010.pdf)>. Luettu 14.4.2015.

Lusardi, Michelle – Milagros, Jorge – Nielsen, Caroline 2013. Orthotics & Prosthetics in Rehabilitation. Third Edition. Elsevier Saunders: St. Louis, Missouri.

May, Bella 2002. Amputations and Prosthetics. A Case Study Approach. Second Edition. F.A. Davis Company: Philadelphia, PA.

Muslim, D – Sulaiman, A – Yusof, M 2007. Diabetic foot complications: a two-year review of limb amputation in a Kelantanese population. Singapore medical journey 2007 August. Volume 48.

Neumann, Donald A. 2010. Kinesiology of the Musculoskeletal System. Foundations for Rehabilitation. Second Edition. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier.

**Esitietolomake**

Tutkittavan tunniste \_\_\_\_\_

Pvm \_\_\_\_\_

Klo \_\_\_\_\_

Sukupuoli \_\_\_\_\_

Ikä \_\_\_\_\_

Pituus \_\_\_\_\_ cm

Paino \_\_\_\_\_ kg

Amputaation syy ja ajankohta \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Koska proteesi on saatu \_\_\_\_\_

Kummassa jalassa proteesi on \_\_\_\_\_

Kauanko proteesi on ollut käytössä \_\_\_\_\_

Proteesin päivittäinen käyttöaika, kuinka monta tuntia päivässä käyttää proteesia  
\_\_\_\_\_Käytössä olevat kävelyn apuvälineet ja muut ortoosit \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Sairaudet \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Lääkitys \_\_\_\_\_

Montako tuntia kävelet päivän aikana proteesin kanssa \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Kuinka pitkän matkan korkeintaan pystyt kävelemään proteesin kanssa \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Muita huomioita toimintakykyyn liittyen \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Pystytkö kävelemään kymmenen rappusta ylös- ja alaspäin \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Millaiset kengät jalassa \_\_\_\_\_



## Tuloslomake

Tutkittavan tunniste \_\_\_\_\_

Pvm \_\_\_\_\_

Klo \_\_\_\_\_

### Optogait

#### 1. suoritus

Huomioita \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Oliko kipuja suorituksen aikana ja VAS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pelkäsikö kaatuvansa suorituksen aikana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 2. suoritus

Huomioita \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Oliko kipuja suorituksen aikana ja VAS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pelkäsikö kaatuvansa suorituksen aikana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 10 metrin kävelytesti

Normaali kävelynopeus

1. suorituksen aika \_\_\_\_\_

Huomioita \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Oliko kipuja suorituksen aikana ja VAS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pelkäsikö kaatuvansa suorituksen aikana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Askelparien ajat \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. suorituksen aika \_\_\_\_\_

Huomioita \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Oliko kipuja suorituksen aikana ja VAS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pelkäsikö kaatuvansa suorituksen aikana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Askelparien ajat \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Maksimaalinen kävelynopeus

1. suorituksen aika \_\_\_\_\_

Huomioita \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Oliko kipuja suorituksen aikana ja VAS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pelkäsikö kaatuvansa suorituksen aikana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Askelparien ajat \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. suorituksen aika \_\_\_\_\_

Huomioita \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Oliko kipuja suorituksen aikana ja VAS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pelkäsikö kaatuvansa suorituksen aikana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Askelparien ajat \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Porraskävely**

Ylöspäin

Aika \_\_\_\_\_

Huomioita (vuoro- vai tasatahtiin, kaiteen tuki, muut apuvälineet) \_\_\_\_\_

---

---

---

Oliko kipuja suorituksen aikana ja VAS \_\_\_\_\_

---

Pelkäsikö kaatuvansa suorituksen aikana \_\_\_\_\_

---

Alaspäin

Aika \_\_\_\_\_

Huomioita (vuoro- vai tasatahtiin, kaiteen tuki, muut apuvälineet) \_\_\_\_\_

---

---

---

Oliko kipuja suorituksen aikana ja VAS \_\_\_\_\_

---

Pelkäsikö kaatuvansa suorituksen aikana \_\_\_\_\_

---

VATA (vaikuttavat tavat)- hanke

Tiedote liikelaboratoriossa tehtävistä mittauksista, jotka liittyvät alaraaja- amputoitujen kuntoutujien kävelyn arviointiin

Hyvä kuntoutuspalvelujen käyttäjä,

Kutsumme Teidät mukaan kehittämään kanssamme apuvälinepalveluja siten, että ne vastaisivat paremmin tarpeitanne ja toimintakykyne edistymistä. Tarkoituksena on kehittää apuvälineiden luovutusperusteita ja hyvää paikallista apuvälinekäytäntöä.

Kehittämisessä tarvitsemme Teidän näkökulmaanne apuväline- ja kuntoutuspalveluihin, toimintakykyyn ja sitä edistäviin ja estäviin tekijöihin. Pyydämme Teitä osallistumaan toimintakyvyn arviointiin, joka toteutuu Metropolian liikelaboratoriossa (Vanha Viertotie 23, Helsinki). Toimintakyvyn arvioinnissa teiltä mitataan kävelynopeus ja porraskävelynopeus valokennojen avulla. Lisäksi kävelyn symmetriaa ja raideleveyttä mitataan Optogait-laitteistolla, joka tallentaa kävelyn symmetriatiedot osallistujan kävellessä laitteistoon kuuluvan kahden palkin välissä. Mittauksen aikana on tarvittaessa mahdollista käyttää kävelyn apuvälinettä.

Halutessanne voitte ottaa tukihenkilön mukaan. Kehittämistyöhön osallistuminen ei tule vaikuttamaan tämän hetkisiin kuntoutuspalveluihinne. Kehittäminen liittyy valtakunnalliseen "Vaikuttavat tavat, näyttöön perustuva toiminta sosiaali- ja terveysalalla" – hankkeeseen. Kehittäminen toteutuu osana Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijoiden opinnäytetöitä. Kerättyä aineistoa hyödynnetään fysioterapian opinnäytetyössä ja hankkeen loppuraportissa, jossa arvioidaan liikelaboratorion käytön mahdollisuuksia alaraaja-amputoitujen kuntoutujien kävelyn arvioinnissa.

Osallistuminen on vapaaehtoista ja voitte keskeyttää sen syytä ilmoittamatta milloin tahansa ilman, että siitä koituu Teille mitään haittaa. Voitte myös peruttaa suostumuksen osallistumiseen, jolloin Teistä kerättyjä tietoja ei käytetä enää kehittämistarkoituksessa. Kaikki aineisto ja tulokset kerätään, tallennetaan ja käsitellään luottamuksellisesti henkilötietolain edellyttämällä tavalla. Yksittäiselle tutkimukseen osallistuvalla kuntoutujalla annetaan numerokoodi ja kaikki tieto säilytetään koodattuina tutkimustiedostoissa. Tulokset analysoidaan koodattuina, eikä yksittäinen osallistuja ole tunnistettavissa. Toimintakyvyn arvioinnin tulokset esitetään ryhmäkeskiarvoina, joten yksittäinen osallistuja ei ole tunnistettavissa niistä. Tutkimuksia koskevia tietoja ei luovuteta ulkopuoliselle taholle, eikä niitä käytetä muuhun kuin tämän hankkeen kehittämistyöhön. Tallennetut tiedot säilytetään Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa hyvää tutkimustapaa noudattaen lukitussa kaapissa. Kerätty aineisto hävitetään loppuraportin kirjoittamisen jälkeen joulukuussa 2015.

Osallistumisenne on arvokasta, jotta voimme kehittää kuntoutus- ja apuvälinepalveluja asiakaslähtöisemmiksi ja toimintakykyä parhaiten edistäviksi!

Metropoliassa hankkeesta vastaa projektipäällikkö Nea Vänskä, joka antaa mielellään lisätietoja hankkeesta.

Ystävällisin terveisin:

Nea Vänskä, projektipäällikkö, p. 0406738664, [nea.vanska@metropolia.fi](mailto:nea.vanska@metropolia.fi)

fysioterapian opiskelijat: Suvi Markkanen ja Riikka Nortia

VATA (vaikuttavat tavat)- hanke

**Suostumus liikelaboratoriossa tehtäviin mittauksiin, jotka liittyvät alaraaja- amputoitujen kuntoutujien kävelyn arviointiin**

Olen saanut sekä suullista että kirjallista tietoa VATA- hankkeesta, jossa kehitetään apuvälinepalveluja siten, että ne vastaisivat paremmin kuntoutujien tarpeita ja toimintakyvyn edistymistä. Tiedän, että hankkeen tarkoituksena on kehittää apuvälineiden luovutuspe- rusteita ja hyvää paikallista apuvälinekäytäntöä. Olen saanut riittävästi tietoa liikelabora- toriossa minulle toteutettavista toimintakyvyn mittauksista. Tiedän, että kerättyä aineis- toa hyödynnetään fysioterapian opinnäytetyössä ja hankkeen loppuraportissa, jossa ar- vioidaan liikelaboratorion käytön mahdollisuuksia alaraaja- amputoitujen kuntoutujien kä- velyn arvioinnissa.

Minulla on ollut mahdollisuus esittää kehittämistoimintaan liittyen tarkentavia kysymyk- siä. Ymmärrän, että minulla on mahdollisuus keskeyttää osallistumiseni milloin tahansa syytä ilmoittamatta ilman, että siitä koituu minulle mitään haittaa. Voin myös peruttaa tämän suostumukseni, jolloin minusta kerättyjä tietoja ei käytetä enää kehittämistarkoi- tuksessa. Tietojani käsitellään luottamuksellisesti henkilötietolakia ja hyvää tieteellistä käytäntöä noudattaen. Tietojani ei luovuteta ulkopuolisille, eikä niitä käytetä muuhun kuin tämän hankkeen kehittämistyöhön. Tiedot hävitetään hankkeen päätyttyä. Tiedot esite- tään hankkeen tuloksissa siten, että niistä ei voi tunnistaa henkilöä.

Vahvistan allekirjoituksellani suostumukseni ja vapaaehtoisen osallistumiseni tähän ke- hittämishankkeeseen.

Osallistujan nimi: \_\_\_\_\_

Sotu: \_\_\_\_\_

Osoite: \_\_\_\_\_

Puhelinnumero: \_\_\_\_\_

Paikka: \_\_\_\_\_ Päiväys: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Osallistujan allekirjoitus \_\_\_\_\_

Osallistujan nimenselvennös: \_\_\_\_\_

Suostumuksen vastaanottajan nimi: \_\_\_\_\_

Paikka: \_\_\_\_\_ Päiväys: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Suostumuksen vastaanottajan allekirjoitus: \_\_\_\_\_